GRUPO PARA LA EVALUACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE CULTIVOS EXTENSIVOS EN ESPAÑA

Grupo para Evaluación de Nuevas Variedades de Cereales en España

GENVCE

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LAS NUEVAS VARIEDADES CONVENCIONALES Y TRANSGÉNICAS DE MAÍZ PARA GRANO DE CICLOS FAO 700, 600, 500 y 400 EN ESPAÑA.

RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE MAÍZ PARA GRANO EN LA CAMPAÑA 2016.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LAS NUEVAS VARIEDADES CONVENCIONALES Y TRANSGÉNICAS DE MAÍZ PARA GRANO DE CICLOS FAO 700, 600, 500 y 400 EN ESPAÑA.

RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE MAÍZ PARA GRANO EN LA CAMPAÑA 2016.

1.- **INTRODUCCIÓN.**

En esta publicación se presentan los resultados de la producción y de otros parámetros agronómicos de todas las variedades de maíz ensayadas en el marco del **Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España** (GENVCE) – **Grupo maíz grano**, durante el año 2016.

El objetivo de este Grupo es evaluar la adaptación de las nuevas variedades de maíz en España y de forma particular a cada una de las zonas productoras.

2.- **MATERIAL Y MÉTODOS**.

2.1.- **Variedades.**

Durante la campaña 2016 se han estudiado híbridos convencionales de ciclos 700, 600, 500 y 400 y transgénicos de ciclos 700, 600 y 500. En la Tabla 1 se pueden observar las variedades que se han ensayado, tanto las convencionales como las transgénicas.

Tabla 1.- Variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante la campaña 2016.

CICLO 700	CICLO 600	CICLO 400-500
68.K	**CHARLESTON**	**AAPOTHEOZ**
69YG *	**KONTIGOS**	**CADIXXIO**
IXABEL	**LG30.707 YG**	**CAPUZI**
KEFIEROS	**LG30.600**	**COURTNEY**
KERIDOS	**MAS 64P**	**ES TORQUAZ**
MAS 75.A	**MILOXAN**	**KLIMT YG**
NYSTAR	**MILOXAN YG**	**KONFITES**
NYSTAR YG *	**SY JULLEN**	**LG30.444**
P1524	**SY ZOAN**	**MAS 54H**
P1570		**MEXINI**
P1570Y *		**P0837**
P1574		**P0933**
P1574Y *		**P0933Y**
P1758Y *	***TESTIGOS***	**PELOTA**
P1921Y *	**PR32W86 (T)**	**RGT CORUXXO**
RESERVE	**PR33Y72 (T) ***	**RGT LEXXTOUR**
SY HYDRO	**PR33Y74 (T)**	**SY SAVIO**
		SY SENKO
		ZOOM YG
TESTIGOS		
DKC6667YG (T) *		***TESTIGOS***
LG30.681 (T)		**DKC5542 (T)**
P1921 (T)		**LG 34.90 (T)**
PR32W86 (T)		**P1114 (T)**

** Variedades transgénicas*

Durante el año 2016 se han testado un total de 45 variedades distintas, así como nueve testigos (DKC5552, DKC6667YG, LG30.681, LG 34.90, P1114, P1921, PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74). De entre las nuevas variedades, 17 corresponden a ciclo 700, 9 a ciclo 600 y 19 a ciclo 400 y 500; 11 de ellas son transgénicas derivadas del MON810, con resistencia total a los taladros del maíz.

Las variedades DKC6667YG, LG30.681, P1921 y PR32W86 han sido los testigos en los ensayos de ciclo 700; PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74 en los de ciclo 600 y DKC5542, LG 34.90 y P1114 en los de ciclo 400 y 500.

2.2.- **Características de los ensayos.**

Los ensayos se han realizado en parcela pequeña, con 3 ó 4 repeticiones por variedad y un diseño en bloques al azar o fila-columna latinizado. El número de hileras de maíz de cada parcela ha sido de 4. Las valoraciones se han realizado, en la mayoría de los casos, sobre las dos hileras centrales equivalentes a una superficie mínima de 12 m^2.

Los ensayos han sido realizados por entidades públicas de carácter autonómico de Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Extremadura, Madrid y Navarra. En la Tabla 2 se puede observar la distribución de los ensayos por Comunidades Autónomas.

Tabla 2.- Distribución de los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante la campaña 2016 por Comunidades Autónomas.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	CICLO 700	CICLO 600	CICLO 400-500	TOTAL
ANDALUCÍA	2	-	-	2
ARAGÓN	2	4	4	10
CASTILLA-LA MANCHA	3	3	3	9
CASTILLA Y LEÓN	-	-	4	4
CATALUNYA	2	2	-	4
EXTREMADURA	2	2	-	4
MADRID	1	1	1	3
NAVARRA	1	1	1	3
TOTAL	**13**	**13**	**13**	**39**

Se han analizado un total de 39 ensayos de los cuales 14 corresponden a ciclo 700, 14 a ciclo 600 y 11 a ciclo 400-500.

Para realizar la validación de los ensayos, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Coeficiente de variación inferior al 12%.
- Densidad de plantas media de cada variedad superior a 60.000 plantas/ha.
- Análisis de los residuos de las parcelas individuales de cada ensayo. Las parcelas con valores de los residuos estudentizados superiores a + 3 o inferiores a -3 se han eliminado.
- Los ensayos deben presentar más del 75% de las variedades incluidas en el protocolo común.

2.3.- **Parámetros estudiados.**

Los parámetros más importantes que se han estudiado son:

- Producción
- Humedad del grano
- Densidad de plantas
- Fecha de emisión de las sedas
- Altura de la planta
- Altura del nudo de inserción de la mazorca
- Plantas rotas por debajo de la mazorca
- Número de larvas de *Ostrinia nubialis* por planta.
- Número de larvas de *Sesamia nonagrioides* por planta.

3.- **RESULTADOS**.

3.1.- **Ciclo 700.**

3.1.1.- Variedades.

En la Tabla 3 se pueden observar las variedades de maíz de ciclo 700 ensayadas el año 2016.

Tabla 3.- Variedades de maíz de ciclo 700 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2016.

Variedades	Año de ensayo	Registro	Empresa
DKC6667YG *	Testigo	España (2007)	MOSANTO
LG30.681	Testigo	Italia (2011)	LG
P1921	Testigo	Italia (2010)	PIONEER HI-BRED
PR32W86	Testigo	Italia (2003)	PIONEER HI-BRED
NYSTAR	3º	Italia (2013)	EURALIS
P1574	3º	España (2012)	PIONEER HI-BRED
P1758Y *	3º	Portugal (2013)	PIONEER HI-BRED
KERIDOS	2º	Italia (2014)	KWS
MAS 75.A	2º	Italia (2014)	MAÏSADOUR
P1524	2º	España (2014)	PIONEER HI-BRED
P1574Y *	2º	España (2014)	PIONEER HI-BRED
RESERVE	2º	Italia (2013)	KOIPESOL SEMILLAS
IXABEL	2º	Italia (2015)	RAGT
SY HYDRO	2º	Italia (2014)	SYNGENTA
68.K	1º	Italia (2014)	MAÏSADOUR
69YG *	1º	España (2016)	MAÏSADOUR
KEFIEROS	1º	Italia (2015)	KWS
NYSTAR YG *	1º	España (2016)	EURALIS
P1570	1º	España (2014)	PIONEER HI-BRED
P1570Y *	1º	España (2015)	PIONEER HI-BRED
P1921Y *	1º	España (2015)	PIONEER HI-BRED

** Variedades transgénicas*

3.1.2.- Resultados del año 2016.

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2016 se han incluido 13 ensayos, correspondientes a las localidades de Palma del Río y Carmona (Andalucía); Ejea de los Caballeros y Zuera (Aragón); Ciudad Real, Las Tiesas y Malpica de Tajo (Castilla-La Mancha); El Poal y La Tallada (Catalunya); Don Benito y La Orden (Extremadura); Aranjuez (Madrid) y Tudela (Navarra).

Puesto que no todos los ensayos realizados han sembrado la totalidad de las variedades (algunos no han incluido las variedades transgénicas), se han realizado dos análisis estadísticos distintos. El primero de ellos incluye la totalidad de las localidades sin incorporar las variedades modificadas genéticamente. En este caso, se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas y un comportamiento variable de éstas en función de la localidad de ensayo (Tabla 4).
La variedad P1524 ha sido la más productiva, superando significativamente los rendimientos del testigo PR32W86 y de MAS 75.A.

Tabla 4.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 700, ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2016, respecto a los testigos LG30.681, P1921 y PR32W86. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α=0,05)	Número de ensayos
P1524	15167	105,1	a	13
LG30.681 (T)	14913	103,3	ab	13
RESERVE	14854	102,9	ab	13
68.K	14724	102,0	ab	10
IXABEL	14694	101,8	ab	13
P1570	14623	101,3	ab	13
NYSTAR	14597	101,1	ab	13
P1921 (T)	14579	101,0	ab	13
SY HYDRO	14321	99,2	ab	12
P1574	14307	99,1	ab	13
KERIDOS	14300	99,1	ab	13
KEFIEROS	14162	98,1	ab	11
MAS 75.A	13835	95,8	b	13
PR32W86 (T)	13814	95,7	b	13

Media del ensayo (kg/ha)	14492 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	14435 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,0160
Coeficiente de variación	6,20 %
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001

A continuación se ha realizado un análisis estadístico incorporando todas las variedades de ciclo 700 y excluyendo aquellas localidades que no habían sembrado el listado completo. En este caso, también se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas y un comportamiento variable de éstas en función de la localidad de ensayo (Tabla 5).

El grupo de variedades formado por P1524, 68YG, NYSTAR YG e IXABEL ha sido el más productivo y ha superado significativamente las producciones de MAS 75.A. Además el híbrido P1524 ha superado significativamente los rendimientos de P1758Y.

Tabla 5.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 700, ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2016, respecto a los testigos DKC6667YG, LG30.681, P1921 y PR32W86. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α=0,05)	Número de ensayos
P1524	15961	106,3	a	9
69YG *	15801	105,2	ab	9
NYSTAR YG *	15796	105,2	ab	9
IXABEL	15782	105,1	ab	9
P1570Y *	15598	103,9	abc	9
LG30.681 (T)	15478	103,1	abc	9
P1921Y *	15394	102,5	abc	9
RESERVE	15329	102,1	abc	9
68.K	15313	102,0	abc	9
NYSTAR	15261	101,6	abc	9
P1574Y *	15242	101,5	abc	9
P1921 (T)	15167	101,0	abc	9
P1570	14980	99,8	abc	9
DKC6667YG (T) *	14970	99,7	abc	9
SY HYDRO	14913	99,3	abc	9
KERIDOS	14879	99,1	abc	9
P1574	14741	98,2	abc	9
KEFIEROS	14612	97,3	abc	9
PR32W86 (T)	14451	96,2	abc	9
P1758Y *	14247	94,9	bc	9
MAS 75.A	14083	93,8	c	9

Media del ensayo (kg/ha)	15143 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	15017 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,0002
Coeficiente de variación	4,91 %
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001

** Variedades transgénicas.*

En las Tablas 6 y 7 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados la campaña 2016.

Tabla 6.- Densidad de plantas, floración femenina respecto a PR32W86, humedad del grano y peso hectolítrico de las variedades de maíz de ciclo 700 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m^2)		Floración femenina respecto a PR32W86 (días)	Humedad (%)		Peso hectolítrico (kg/hl)	
68.K	8,41	ab	-3	18,4	bcd	70,5	abcdef
69YG *	8,86	ab	-2	19,2	abcd	68,3	efg
DKC6667YG (T) *	8,64	ab	-2	19,5	abcd	71,2	abcdef
IXABEL	8,68	ab	-2	19,1	abcd	72,0	abcde
KEFIEROS	8,41	ab	-2	17,8	d	69,8	cdef
KERIDOS	8,40	ab	0	18,7	abcd	70,3	bcdef
LG30.681 (T)	8,42	ab	0	18,9	abcd	69,9	cdef
MAS 75.A	8,18	b	2	19,8	abc	70,2	cdef
NYSTAR	8,50	ab	-1	19,4	abcd	68,9	def
NYSTAR YG *	8,94	a	-1	20,2	ab	67,7	fg
P1524	8,61	ab	1	19,0	abcd	71,1	abcdef
P1570	8,53	ab	0	18,7	abcd	71,7	abcde
P1570Y *	8,76	ab	0	19,7	abc	71,0	abcdef
P1574	8,48	ab	-2	19,0	abcd	73,1	abc
P1574Y *	8,37	ab	-1	18,3	bcd	74,0	a
P1758Y *	8,29	ab	-4	19,7	abc	73,0	abc
P1921 (T)	8,66	ab	-1	19,7	abc	72,2	abcd
P1921Y *	8,16	ab	0	20,2	ab	72,4	abcd
PR32W86 (T)	8,48	ab	0	18,0	cd	73,6	ab
RESERVE	8,28	ab	1	21,2	a	65,4	g
SY HYDRO	8,11	b	1	19,8	abc	68,1	fg
Media del ensayo	8,48		14 de Julio[1]	19,3		70,7	
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	0,0021		-	< 0,0001		< 0,0001	
Número de ensayos	11		12	14		10	

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry (α=0,05).
[1] Fecha de floración correspondiente al testigo PR33W86.
** Variedades transgénicas.*

La densidad media de todos los ensayos ha sido de 8,48 plantas/m^2. Las variedades MAS 75.A y SY HYDRO han mostrado los valores de densidad más bajos de entre todas las variedades ensayadas. La fecha media de floración femenina ha sido el 13 de Julio y el testigo PR32W86 ha presentado su floración el día 14 de Julio. Las variedades que han presentado una fecha de floración femenina más precoz han sido P1758Y* y 68.K, 5 y 4 días antes que el testigo, respectivamente; por el contrario, la variedad MAS 75.A ha presentado la fecha de floración más tardía, 1 día después que PR32W86. El híbrido RESERVE ha mostrado los valores más elevados de la humedad del grano; mientras que KEFIEROS y el testigo PR32W86 han sido las que han obtenido valores más bajos.Las variedades P1574Y y PR32W86 han mostrado los mayores valores de peso específico, con diferencias significativas con un gran número de variedades.

Tabla 7.- Altura de la planta y del nudo de inserción de la mazorca y porcentaje de plantas rotas por debajo de la mazorca de las variedades de maíz de ciclo 700, ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Altura de la Planta (cm)		Altura del nudo de inserción de la mazorca (cm)		Plantas rotas por debajo de la mazorca (%)
68.K	275	bcdef	116	abc	1
69YG *	272	cdefg	116	abc	1
DKC6667YG (T) *	279	bcde	123	a	1
IXABEL	283	bcde	122	ab	0
KEFIEROS	270	defg	114	abc	0
KERIDOS	283	bcde	112	abc	2
LG30.681 (T)	286	abcd	119	abc	2
MAS 75.A	288	abc	124	a	3
NYSTAR	261	fg	105	c	0
NYSTAR YG *	255	g	102	c	1
P1524	276	bcdef	113	abc	0
P1570	286	abcd	114	abc	1
P1570Y *	286	abcd	119	abc	0
P1574	288	abc	122	ab	4
P1574Y *	285	abcde	123	ab	1
P1758Y *	266	efg	106	bc	0
P1921 (T)	285	abcd	107	bc	4
P1921Y *	293	ab	115	abc	1
PR32W86 (T)	302	a	119	abc	1
RESERVE	275	bcdef	115	abc	1
SY HYDRO	287	abcd	114	abc	0
Media del ensayo	280		115		1
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001		< 0,0001		-
Número de ensayos	14		13		2

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry (α=0,05).
** Variedades transgénicas.*

Las variedades PR32W86, P1921Y, MAS 75.A y P1574 han sido las que han mostrado una mayor altura de la planta, mostrando diferencias significativas con NYSTAR YG, NYSTAR, P1758Y y KEFIEROS. Las variedades MAS 75.A y DKC6667YG han mostrado la mayor altura del nudo de inserción de la mazorca, mostrando diferencias significativas con NYSTAR YG, NYSTAR, P1758Y y P1921.
Durante la campaña 2017 no se han observado problemas importantes de rotura del tallo por debajo de la mazorca en los ensayos realizados en el marco de GENVCE.

En la Figura 1 se observa la representación de la productividad de las distintas variedades ensayadas y su humedad en el momento de la cosecha. En general, las variedades más interesantes serían aquellas que presentasen simultáneamente una elevada producción y una baja humedad del grano. Destaca el comportamiento de la variedad P1524, que ha sido la más productiva y ha mostrado una humedad bastante baja, similar a la del testigo LG30.681.

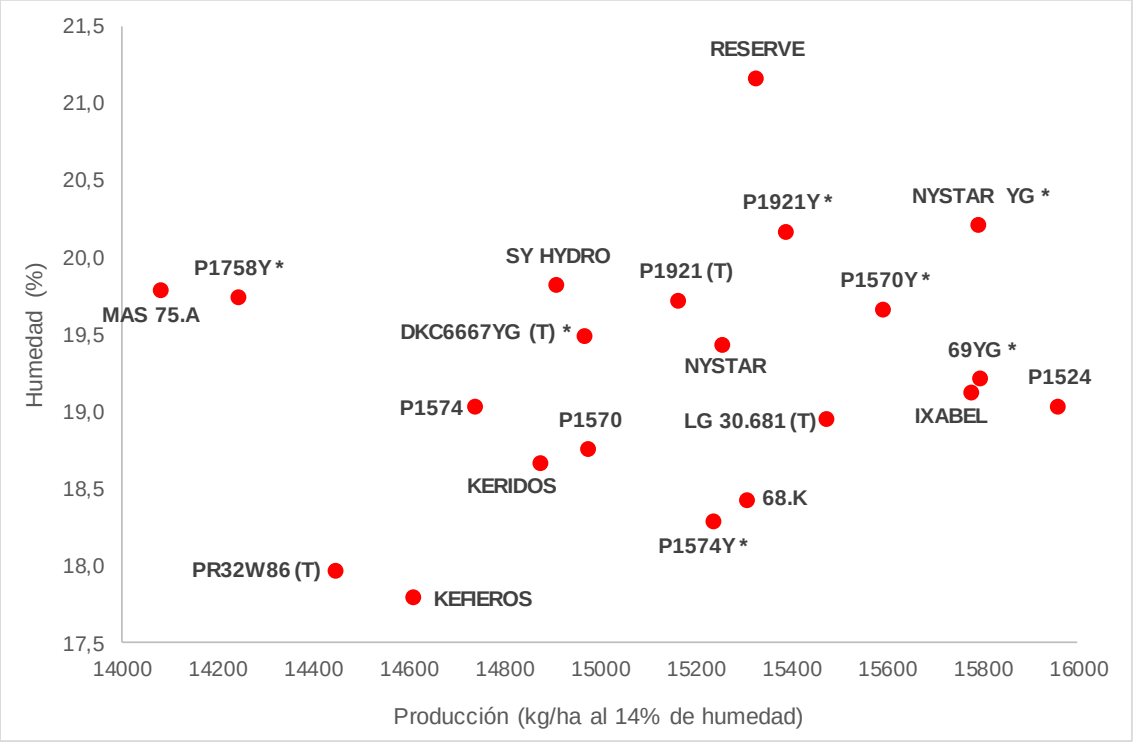

Figura 1.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 700, ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016.

3.1.3.- Resultados conjuntos de los años 2015-2016.

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2015 y 2016. Para ello se han considerado las variedades IXABEL, KERIDOS, MAS 75.A, NYSTAR, P1524, P1574, P1574Y, P1758Y, RESERVE y SY HYDRO, junto con los testigos DKC6667YG, P1921 y PR32W86. Se han incluido en el análisis un total de 25 ensayos, 12 correspondientes a la campaña 2015 (Las Tiesas, Tudela, La Tallada, El Poal, Moraleja, La Orden, Don Benito, Ejea, Zuera, Aranjuez, Espinosa de Henares y Malpica de Tajo) y 13 correspondientes a la 2016 (Aranjuez, Carmona, Ciudad Real, Don Benito, Ejea, El Poal, La Orden, La Tallada, Las Tiesas, Malpica de Tajo, Palma del Río, Tudela y Zuera). Todos los ensayos realizados han incluido más del 75 % de las variedades citadas anteriormente.

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 8). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades (p = 0,0099), si bien su comportamiento no ha variado en función del año de ensayo (p= 0,8846).

Tabla 8.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz de ciclo 700, con los datos obtenidos en el marco del GENVCE, durante las campañas 2015 y 2016.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza $(kg/ha)^2 \cdot 10^{-3}$	Error estándar $(kg/ha)^2 \cdot 10^{-3}$
E	**Año**	1	F	0,02	0,8846		
	Localidad		A			1365,539	1255,524
	Localidad*Año		A			2105,203	1025,788
G	**Variedad**	12	F	3,9	0,0099		
G*E	**Variedad*Año**	12	F	1,34	0,3008		
	Variedad*Localidad		A			0	-
	Localidad*Variedad*Año		A			944,635	457,031
	ERROR		A			900,782	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 9 se pueden observar las producciones medias de los híbridos ensayados las campañas 2015 y 2016. La variedad P1524 ha sido la más productiva superando significativamente los rendimientos de DKC6667YG, P1758Y, PR32W86, MAS 75.A y SY HYDRO.

Tabla 9.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE durante los años 2015 y 2016. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α = 0.05)	Número de ensayos
P1524	15275	108,1	a	25
P1921 (T)	14743	104,3	ab	25
NYSTAR	14698	104,0	ab	25
RESERVE	14590	103,2	ab	25
P1574Y*	14545	102,9	ab	19
IXABEL	14164	100,2	ab	25
P1574	14076	99,6	ab	25
KERIDOS	14068	99,6	ab	25
SY HYDRO	14026	99,3	b	24
MAS 75.A	14022	99,2	b	25
PR32W86 (T)	13940	98,6	b	25
P1758Y*	13859	98,1	b	19
DKC6667YG (T)*	13710	97,0	b	19

Media del ensayo	14286 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100	14131 kg/ha al 14% de humedad
Coeficiente de variación	6,64 %

** Variedades transgénicas.*

En la Tabla 10 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades. Las variedades P1524 y P1921 se ha situado mayoritariamente entre el tercio de variedades más productivas (80 y 56% de los casos, respectivamente). En el otro extremo, las variedades DKC6667YG y P1758Y lo ha hecho en el tercil inferior (57,9% % de los casos,en ambos casos). Cabe destacar la elevada estabilidad que ha presentado la variedad P1574Y.

Tabla 10.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015 y 2016.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica $(kg/ha)^2 x10^{-3}$
	Superior	Medio	Inferior	
P1524	20	5		441,242
P1921 (T)	14	9	2	522,223
NYSTAR	9	13	3	663,217
RESERVE	11	11	3	722,058
P1574Y*	8	8	3	329,443
IXABEL	9	12	4	1092,883
P1574	6	10	9	801,590
KERIDOS	4	14	7	827,735
SY HYDRO	7	7	10	1287,164
MAS 75.A	5	14	6	1405,876
PR32W86 (T)	4	9	12	666,382
P1758Y*	2	6	11	887,646
DKC6667YG (T)*	1	7	11	1308,101

GxE (Componente de la varianza)	845,298

** Variedades transgénicas.*

3.1.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona geográfica.

Se han agrupado los ensayos en tres zonas geográficas con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Norte: incluye los ensayos del Valle del Ebro y de la provincia de Girona. Representa una agrupación de diez ensayos.

2.- Centro: incluye los ensayos de Castilla-La Mancha y de la provincia de Cáceres. Representa una agrupación de ocho ensayos.

3.- Sur: incluye los ensayos de Andalucía y de la provincia de Badajoz. Representa una agrupación de siete ensayos.

En la Tabla 11 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas entre variedades (p = 0,0039). No se han observado diferencias significativas de producción entre zonas geográficas (p=0,9128) y la interacción variedad por zona geográfica tampoco ha sido significativa (p=0,4995), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 11.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2015 y 2016, en función de la zona geográfica.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha)^2 · 10^{-3}	Error estándar (kg/ha)^2 · 10^{-3}
E	**Zona Geográfica**	2	F	0,09	0,9128		
	Localidad*Zona Geográfica		A			1409,237	1418,938
	Año	1	F	0	0,9758		
	Zona Geográfica*Año	2	F	0,81	0,4730		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			2393,16	1263,88
G	**Variedad**	12	F	4,16	0,0039		
G*E	**Zona Geográfica*Variedad**	24	F	1,01	0,4995		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			0	-
	Variedad*Año	12	F	0,84	0,6107		
	Zona Geográfica *Variedad*Año	24	F	0,37	0,9878		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			965,201	412,745
	ERROR		A			900,782	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 12, 13 y 14 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de cada zona geográfica (Norte, Centro y Sur). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 12.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
P1524	15812	109,5	a
P1921 (T)	14850	102,9	a
NYSTAR	14734	102,1	a
P1574Y*	14703	101,9	a
IXABEL	14611	101,2	a
SY HYDRO	14469	100,2	a
PR32W86 (T)	14355	99,5	a
RESERVE	14337	99,3	a
P1574	14184	98,3	a
DKC6667YG (T)*	14097	97,7	a
MAS 75.A	14027	97,2	a
P1758Y*	14015	97,1	a
KERIDOS	13928	96,5	a

MEDIA DEL ENSAYO	14471 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	14434 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0816

** Variedades transgénicas.*

Tabla 13.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
P1524	15039	107,0	a
P1921 (T)	14846	105,6	a
NYSTAR	14491	103,1	a
RESERVE	14474	103,0	a
P1574Y*	14172	100,8	a
SY HYDRO	14143	100,6	a
P1758Y*	14062	100,1	a
P1574	14029	99,8	a
KERIDOS	13992	99,6	a
PR32W86 (T)	13968	99,4	a
IXABEL	13894	98,9	a
MAS 75.A	13537	96,3	a
DKC6667YG (T)*	13344	95,0	a

MEDIA DEL ENSAYO	14153 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	14053 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,3621

** Variedades transgénicas.*

Tabla 14.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona Sur. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
RESERVE	15108	112,6	a
NYSTAR	14896	111,0	a
P1524	14811	110,4	a
P1574Y*	14680	109,4	a
MAS 75.A	14566	108,5	a
P1921 (T)	14456	107,7	a
KERIDOS	14230	106,0	a
P1574	13944	103,9	a
P1758Y*	13371	99,6	a
PR32W86 (T)	13284	99,0	a
SY HYDRO	13268	98,9	a
IXABEL	13081	97,5	a
DKC6667YG (T)*	12523	93,3	a

MEDIA DEL ENSAYO	14017 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	13421 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0191

** Variedades transgénicas.*

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se ha realizado utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 2 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona geográfica.

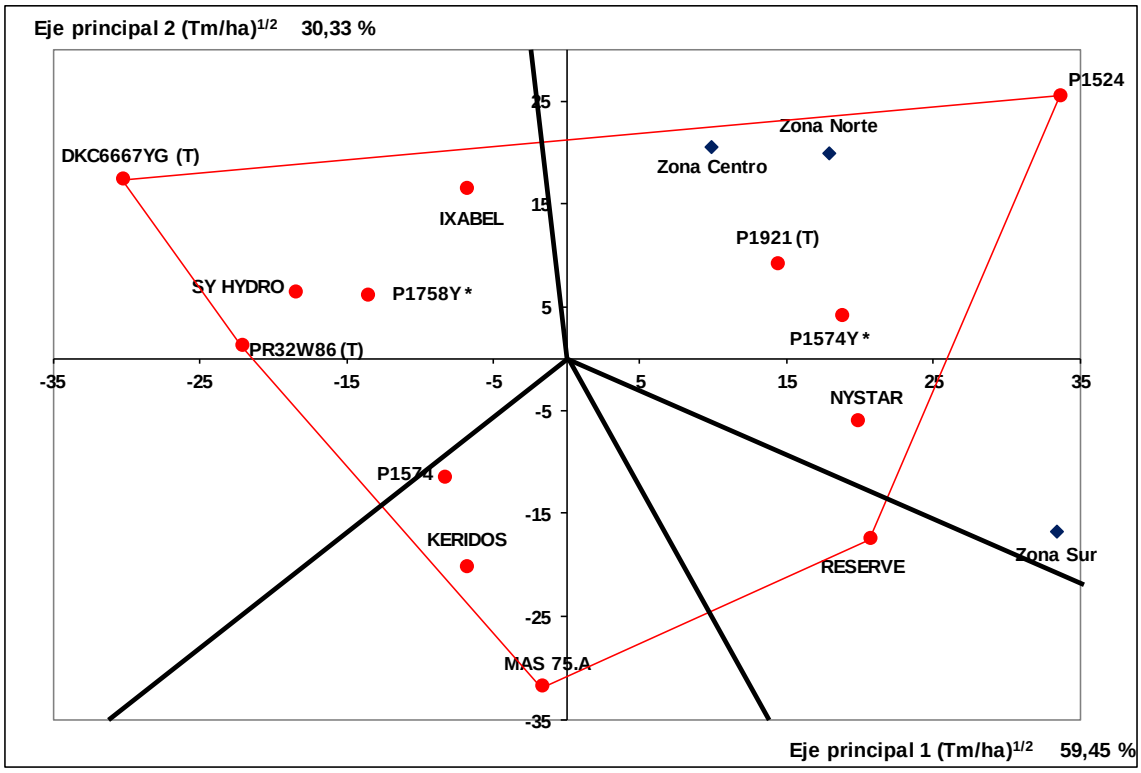

Figura 2.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015 y 2016, en función de la zona geográfica. ** Variedades transgénicas.*

Hay que recordar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas. En todo caso, los datos parecen sugerir un mejor comportamiento relativo de las variedades P1524 y P1921 en las zonas Norte y Centro y de RESERVE en la zona Sur.

3.1.3.2.- Comportamiento varietal en función de la zona productiva

Se han agrupado los ensayos en tres zonas en función de su producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Baja: incluye los ensayos con producciones medias inferiores a 13500 kg/ha. Representa una agrupación de nueve ensayos.

2.- Media: incluye los ensayos con producciones medias comprendidas entre 13500 y 15500 kg/ha. Representa una agrupación de nueve ensayos.

3.- Alta: incluye los ensayos con producciones medias superiores a 15500 kg/ha. Representa una agrupación de siete ensayos.

En la Tabla 15 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona productiva, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades (p = 0,0008). Como era esperable, se han observado diferencias significativas de producción entre las zonas productivas (p = 0,0002), aunque no se ha detectado una interacción variedad por zona productiva significativa (p=0,5390), lo que indica que no existe una respuesta diferencial de las variedades en función de las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 15.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2015 y 2016, en función de la zona productiva.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha)^2 · 10^{-3}	Error estándar (kg/ha)^2 · 10^{-3}
E	**Zona Productiva**	2	F	30,83	0,0002		
	Localidad*Zona Productiva		A			8,188	647,926
	Año	1	F	0,62	0,445		
	Zona Productiva*Año	2	F	0,37	0,7003		
	Localidad*Zona Productiva*Año		A			746,813	627,418
G	**Variedad**	12	F	3,49	0,0008		
G*E	**Zona Productiva*Variedad**	24	F	0,95	0,5390		
	Localidad*Variedad*Zona Productiva		A			150,024	812,121
	Variedad*Año	12	F	1,3	0,2932		
	Zona Productiva *Variedad*Año	24	F	0,76	0,7301		
	Localidad*Zona Productiva*Variedad*Año		A			590,763	837,557
	ERROR		A			900,782	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 16, 17 y 18 se puede observar la producción de las variedades, dentro de cada zona productiva (Baja, Media y Alta). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas productivas.

Tabla 16.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona productiva Baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
P1524	13401	107,2	a
NYSTAR	13202	105,6	a
MAS 75.A	12920	103,4	a
RESERVE	12904	103,3	a
P1574Y*	12786	102,3	a
P1921 (T)	12740	102,0	a
DKC6667YG (T)*	12735	101,9	a
KERIDOS	12439	99,5	a
P1758Y*	12033	96,3	a
PR32W86 (T)	12013	96,1	a
P1574	11949	95,6	a
SY HYDRO	11905	95,3	a
IXABEL	11860	94,9	a

MEDIA DEL ENSAYO	12530 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	12496 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,1424

** Variedades transgénicas.*

Tabla 17.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona productiva Media. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
P1524	15514	108,2	a
P1574Y*	15232	106,2	a
P1921 (T)	15015	104,7	a
P1574	14755	102,9	a
NYSTAR	14651	102,1	a
RESERVE	14584	101,7	a
IXABEL	14578	101,6	a
MAS 75.A	14405	100,4	a
SY HYDRO	14371	100,2	a
PR32W86 (T)	14133	98,5	a
KERIDOS	14048	97,9	a
P1758Y*	13929	97,1	a
DKC6667YG (T)*	13883	96,8	a

MEDIA DEL ENSAYO	14546 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	14344 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0474

** Variedades transgénicas.*

Tabla 18.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona productiva Alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
P1524	17571	106,4	a
P1921 (T)	17269	104,6	a
RESERVE	17013	103,0	a
IXABEL	17002	103,0	a
NYSTAR	16898	102,3	a
SY HYDRO	16746	101,4	a
P1574Y*	16629	100,7	a
PR32W86 (T)	16619	100,6	a
KERIDOS	16372	99,1	a
P1574	16275	98,6	a
P1758Y*	15907	96,3	a
DKC6667YG (T)*	15654	94,8	a
MAS 75.A	15314	92,7	a

MEDIA DEL ENSAYO	16559 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	16514 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0295

** Variedades transgénicas.*

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se ha realizado utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 3 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona productiva.

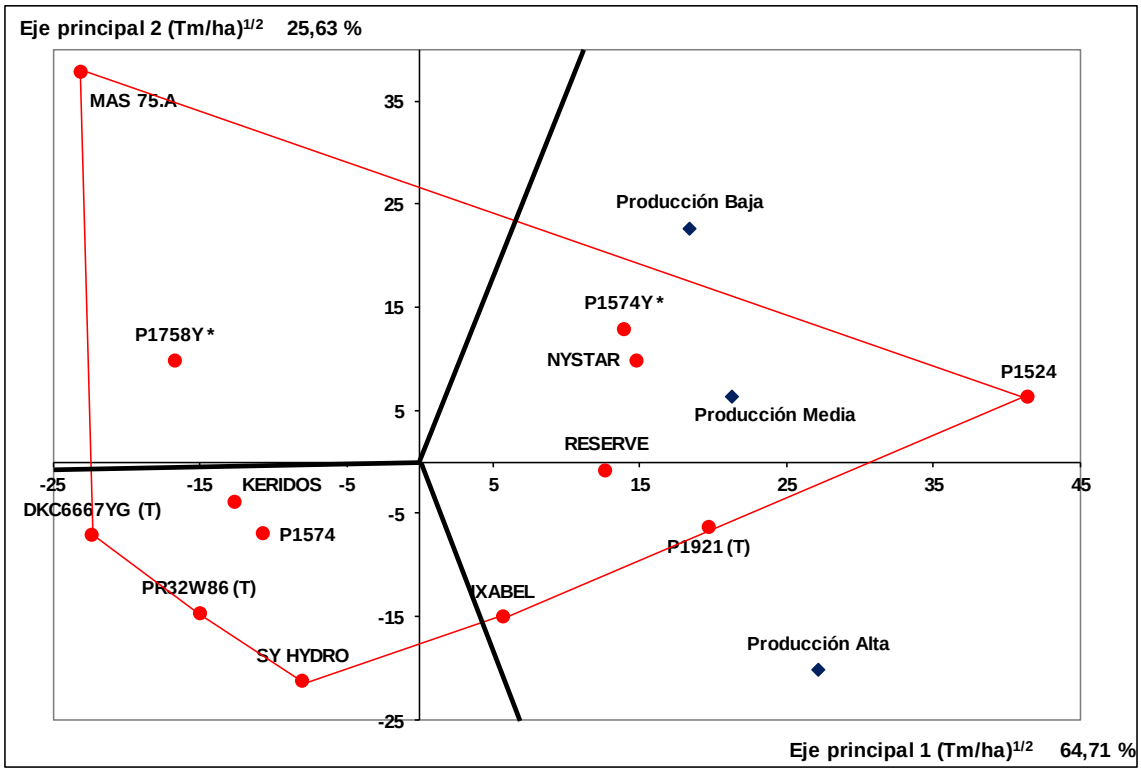

Figura 3.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015 y 2016, en función de la zona productiva. ** Variedades transgénicas.*

De nuevo hay que recordar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas.

3.2.- **Ciclo 600.**

3.2.1.- Variedades.

En la Tabla 19 se pueden observar los híbridos de maíz de ciclo 600 ensayados el año 2016.

Tabla 19.- Variedades de maíz de ciclo 600 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE durante el año 2016.

Variedades	Año de ensayo	Registro	Empresa
PR32W86	Testigo	Italia (2003)	PIONEER HI-BRED
PR33Y72*	Testigo	España (2009)	PIONEER HI-BRED
PR33Y74	Testigo	Italia (2007)	PIONEER HI-BRED
LG30.600	3º	Italia (2014)	LG
MILOXAN	3º	Italia (2013)	RAGT
KONTIGOS	2º	Italia (2014)	KWS
LG30.707 YG *	2º	España (2012)	LG
SY JULLEN	2º	Italia (2014)	KOIPESOL SEMILLAS
SY ZOAN	2º	Italia (2014)	SYNGENTA
MILOXAN YG *	1º	Portugal (2014)	RAGT
MAS 64P	1º	Italia (2016)	MAÏSADOUR
CHARLESTON	1º	Italia (2015)	EURALIS

** Variedades transgénicas.*

3.2.2.- Resultados del año 2016.

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2016, se han considerado 13 ensayos, correspondientes a las localidades de Ejea de los Caballeros, Terrer, Teruel y Zuera (Aragón); Ciudad Real, Las Tiesas y Malpica de Tajo (Castilla-La Mancha); El Poal y La Tallada (Catalunya); La Orden y Don Benito (Extremadura); Aranjuez (Madrid) y Tudela (Navarra).

Como en el caso de ciclo 700, se han realizado dos análisis estadísticos diferenciados. Por un lado, en la tabla 20 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 600 no transgénicas realizados la campaña 2016. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados y la interacción localidad por variedad ha sido significativa. La variedad LG30.600 ha sido la más productiva superando significativamente las producciones de SY ZOAN, PR32W86, MAS 64P y SY JULLEN. El testigo PR33Y74 ha superado significativamente los rendimientos de SY ZOAN.

Tabla 20.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 600 ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2015, respecto a los testigos PR32W86 y PR33Y74. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α=0,05)	Número de ensayos
LG30.600	15520	106,1	a	13
PR33Y74 (T)	15111	103,3	ab	13
CHARLESTON	14683	100,4	abc	13
KONTIGOS	14310	97,8	abc	13
MILOXAN	14283	97,6	abc	13
SY JULLEN	14195	97,0	bc	13
MAS 64P	14178	96,9	bc	13
PR32W86 (T)	14144	96,7	bc	13
SY ZOAN	13572	92,8	c	13

Media del ensayo (kg/ha)	14444 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	14628 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,0009
Coeficiente de variación	6,88 %
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001

Seguidamente, en la tabla 21 se muestran los resultados productivos de los ensayos que han incorporado todas las variedades de ciclo 600 durante la campaña 2016. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados y la interacción localidad por variedad ha sido significativa. La variedad LG30.600 junto con los testigos PR33Y72 y PR33Y74 han superado significativamente las producciones de SY ZOAN.

Tabla 21.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 600 ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2015, respecto a los testigos PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α=0,05)	Número de ensayos
LG30.600	15830	103,4	a	9
PR33Y72 (T) *	15726	102,7	a	9
PR33Y74 (T)	15620	102,0	a	9
CHARLESTON	14968	97,8	ab	9
LG30.707 YG *	14746	96,3	ab	9
PR32W86 (T)	14587	95,3	ab	9
SY JULLEN	14584	95,3	ab	9
MAS 64P	14544	95,0	ab	9
MILOXAN	14514	94,8	ab	9
MILOXAN YG *	14401	94,1	ab	9
KONTIGOS	14376	93,9	ab	9
SY ZOAN	14086	92,0	b	9

Media del ensayo (kg/ha)	14832 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	15311 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,0019
Coeficiente de variación	6,11 %
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor = 0,0001

** Variedades transgénicas.*

En las Tablas 22 y 23 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados el año 2016.

Tabla 22.- Densidad de plantas, floración femenina respecto a PR33Y74, humedad del grano y peso hectolítrico de las variedades de maíz de ciclo 600, ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016.

Variedades	Densidad (plantas/m^2)	Floración femenina respecto a PR33Y74 (días)	Humedad (%)	Peso hectolítrico (kg/hl al 14% de humedad)
CHARLESTON	8,39 ab	-3	19,1 b	70,9 bcd
KONTIGOS	7,81 bc	-1	19,5 ab	68,6 d
LG30.707 YG *	8,13 abc	-3	19,2 b	72,3 abc
LG30.600	8,63 a	2	20,4 a	68,6 d
MAS 64P	8,00 bc	-2	19,4 b	72,0 abc
MILOXAN	8,30 ab	-2	19,1 b	72,4 abc
MILOXAN YG *	8,26 ab	-2	19,0 b	69,4 cd
PR32W86 (T)	7,85 bc	1	19,6 ab	74,2 a
PR33Y72 (T) *	7,82 bc	-1	20,0 ab	72,9 ab
PR33Y74 (T)	8,28 ab	0	19,6 ab	72,9 abc
SY JULLEN	8,10 abc	-1	19,4 b	70,7 bcd
SY ZOAN	7,46 c	-3	19,4 b	68,4 d
Media del ensayo	8,09	19 de Julio[1]	19,5	71,1
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001	-	0,0005	< 0,0001
Número de ensayos	11	10	14	11

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry (α=0,05).
[1] Floración media del testigo PR33Y74.
** Variedades transgénicas.*

La densidad media de todos los ensayos ha sido de 8,09 plantas/m^2. La variedad LG30.600 ha presentado los valores más elevados para este parámetro. La fecha media de floración femenina ha sido el 17 de Julio, dos días antes de la que presenta el testigo PR33Y74. El híbrido LG30.600 ha presentado la fecha de floración más tardía (el 21 de Julio); por el contrario, SY ZOAN, LG30.707 YG y CHARLESTON han sido las más precoces, 3 días antes que PR33Y74.
La variedad con la humedad más elevada en el momento de la cosecha ha sido LG30.600 mostrando diferencias significativas con un buen número de variedades.
Destacan los valores de peso específico de los testigo PR33Y72 y PR32W86.

Tabla 23.- Altura de la planta y del nudo de inserción de la mazorca y plantas rotas por debajo de la mazorca de las variedades de maíz de ciclo 600 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016.

Variedades	Altura de la Planta (cm)		Altura del nudo de inserción de la mazorca (cm)		Plantas rotas por debajo de la mazorca (%)
CHARLESTON	265	cd	112	c	2
KONTIGOS	283	ab	111	c	0
LG30.707 YG *	277	abc	109	cd	
LG30.600	285	a	126	a	1
MAS 64P	287	a	124	ab	2
MILOXAN	268	bcd	112	c	1
MILOXAN YG *	267	bcd	110	cd	1
PR32W86 (T)	292	a	119	abc	2
PR33Y72 (T) *	288	a	124	ab	1
PR33Y74 (T)	278	abc	116	bc	0
SY JULLEN	258	d	100	d	0
SY ZOAN	268	bcd	113	c	3
Media del ensayo	276		115		1
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001		< 0,0001		-
Número de ensayos	14		13		1

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry (α=0,05).
** Variedades transgénicas.*

Las variedades PR32W86, PR33Y72, MAS 64P y LG30.600 han sido las que han presentado una mayor altura de planta y de inserción de la mazorca. Por el contrario, los híbridos SY JULLEN, CHARLESTON, LG30.707 YG, MILOXAN YG, MILOXAN y SY ZOAN han mostrado la menor altura de la planta y de inserción
Durante la campaña 2016, no se han observado problemas importantes en cuanto a rotura de plantas por debajo de la mazorca en los ensayos que forman parte de la red GENVCE.

En la Figura 4 se muestran la representación gráfica de los resultados de producción y humedad de las variedades de ciclo 600 ensayadas durante la campaña 2016. La variedad LG30.600 ha sido la más productiva pero ha presentado unos valores de humedad altos, superiores a la de los testigos PR33Y72 y PR33Y74.

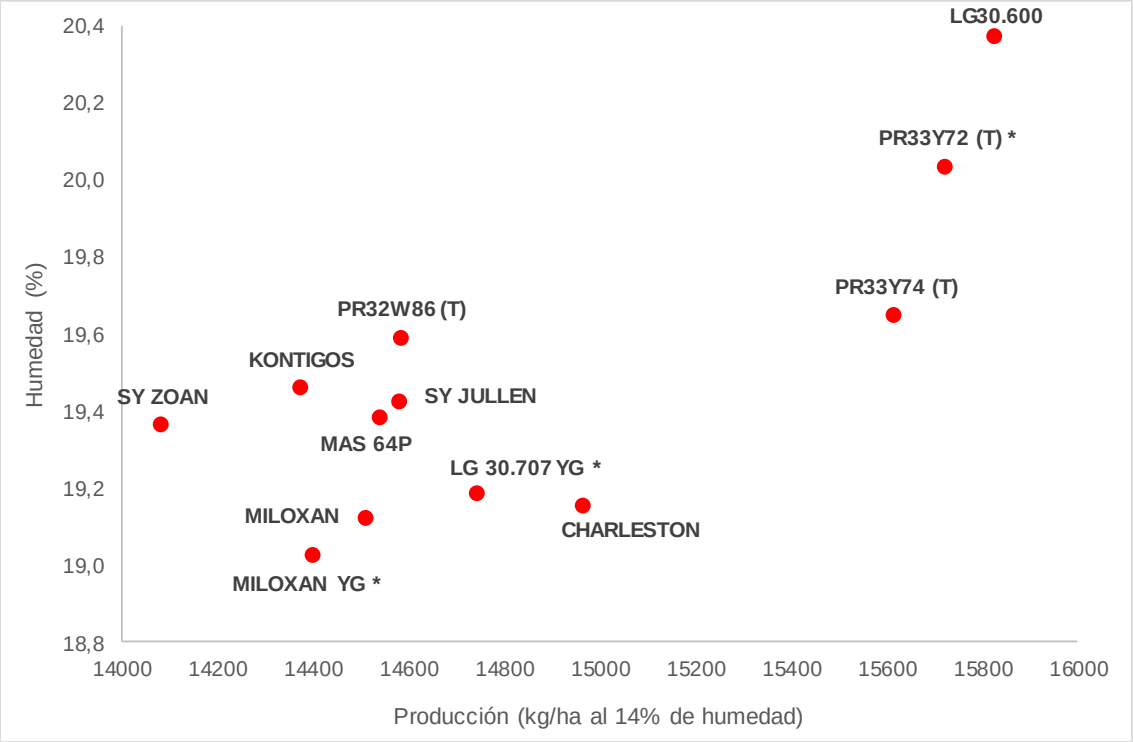

Figura 4.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz del ciclo 600, ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016. ** Variedades transgénicas.*

3.2.3.- Resultados conjuntos de los años 2015-2016.

Para el análisis conjunto de los datos de los años 2015 y 2016 se han considerado las variedades KONTIGOS, LG30.707 YG, LG30.600, MILOXAN, SY JULLEN y SY ZOAN junto a los testigos PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74; las cuáles han estado presentes los dos años de ensayo. Entre los ensayos realizados las dos campañas se han incluido únicamente aquéllos que han presentado un coeficiente de variación inferior al 12 % y un mínimo del 75 % de las variedades citadas anteriormente. Se han considerado finalmente en total 24 ensayos, de los cuales 12 corresponden al año 2015 y 12 al año 2016.

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 24). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades (p < 0,0001), si bien éstas no han tenido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo (p=0,6992).

Tabla 24.- Resultados del análisis de varianza de la producción de las variedades de maíz de ciclo 600, con los datos obtenidos en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza $(kg/ha)^2 \cdot 10^{-3}$	Error estándar $(kg/ha)^2 \cdot 10^{-3}$
E	**Año**	1	F	0,11	0,7415		
	Localidad		A			1002,321	1428,033
	Localidad*Año		A			2944,43	1468,376
G	**Variedad**	8	F	5,8	< 0,0001		
G*E	**Variedad*Año**	8	F	0,69	0,6992		
	Variedad*Localidad		A			92,155	259,365
	Localidad*Variedad*Año		A			892,856	342,24
	ERROR		A			937,404	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorios los términos Localidad y Bloque

En la Tabla 25 se pueden observar las producciones medias de los híbridos ensayados las campañas 2015 y 2016. Las variedades PR33Y74, LG30.600 y PR33Y72 han sido las más productivas superando significativamente los rendimientos de SY ZOAN y KONTIGOS. El testigos PR33Y74 también ha presentado producciones significativamente superiores a las de SY JULLEN.

Tabla 25.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α = 0.05)	Número de ensayos
PR33Y74 (T)	15505	102,6	a	24
LG30.600	15350	101,6	ab	24
PR33Y72 (T) *	15335	101,5	ab	18
PR32W86 (T)	14498	95,9	abc	24
MILOXAN	14490	95,9	abc	24
LG30.707 YG *	14337	94,9	abc	18
SY JULLEN	14316	94,7	bc	24
KONTIGOS	14068	93,1	c	24
SY ZOAN	13927	92,2	c	24

Media del ensayo	14647 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	15113 kg/ha al 14% de humedad
Coeficiente de variación	6,61 %

** Variedades transgénicas.*

En la Tabla 26 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades. Las variedades PR33Y74, LG30.600 y PR33Y72 se han situado mayoritariamente entre el tercio de variedades más productivas (75, 58 y 61 % respectivamente); mientras que el híbrido SY ZOAN se ha situado en el 67 % de los casos entre el grupo de variedades menos productivas. En cuanto a la varianza genotípica, destaca la elevada estabilidad del testigo PR32W86, que se ha situado en el 50% de los ensayos en el tercil medio.

Tabla 26.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2015 y 2016.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica $(kg/ha)^2 x10^{-3}$
	Superior	Medio	Inferior	
PR33Y74 (T)	18	5	1	927,315
LG30.600	14	7	3	1074,867
PR33Y72 (T) *	11	6	1	688,434
PR32W86 (T)	4	12	8	413,454
MILOXAN	9	9	6	1231,36
LG30.707 YG *	3	8	7	757,451
SY JULLEN	7	9	8	606,585
KONTIGOS	6	8	10	1529,383
SY ZOAN		8	16	491,793

GxE (Componente de la varianza)	869,797

** Variedades transgénicas.*

3.2.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona geográfica

Se han agrupado los ensayos en cuatro zonas geográficas con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente. Las zonas geográficas establecidas han sido:

1.- Norte: incluye los ensayos del Valle del Ebro y de la provincia de Girona. Representa una agrupación de trece ensayos.

2.- Centro: incluye los ensayos de Castilla-La Mancha y Madrid. Representa una agrupación de seis ensayos.

3.- Extremadura: incluye los ensayos de las provincias de Cáceres y Badajoz. Representa una agrupación de cinco ensayos.

En la Tabla 27 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se ha observado un comportamiento distinto entre variedades (*p*=0,0113); si bien no se han detectado diferencias significativas de producción entre las distintas zonas geográficas (*p*=0,6953) y la interacción variedad por zona geográfica no ha resultado significativa (*p*=0,3306), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en función de las zonas preestablecidas.

Tabla 27.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2015 y 2016, en función de la zona geográfica.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha)^2 · 10^{-3}	Error estándar (kg/ha)^2 · 10^{-3}
E	**Zona Geográfica**	2	F	0,38	0,6953		
	Localidad*Zona Geográfica		A			1517,002	1696,106
	Año	1	F	0,04	0,8392		
	Zona Geográfica*Año	2	F	0,69	0,5266		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			2847,68	1587,41
G	**Variedad**	8	F	3,93	0,0113		
G*E	**Zona Geográfica*Variedad**	16	F	1,26	0,3306		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			0,000	-
	Variedad*Año	8	F	0,7	0,6857		
	Zona Geográfica *Variedad*Año	16	F	0,5	0,9121		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			954,88	440,952
	ERROR		A			937,404	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 28 a 30 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas geográficas (Norte, Extremadura y Centro). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa, y en consecuencia no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 28.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
PR33Y74 (T)	16275	103,3	a
PR33Y72 (T) *	16002	101,6	ab
LG30.600	15684	99,5	ab
PR32W86 (T)	14996	95,2	ab
MILOXAN	14640	92,9	ab
LG30.707 YG *	14593	92,6	ab
SY JULLEN	14371	91,2	ab
KONTIGOS	14081	89,4	b
SY ZOAN	14054	89,2	b

MEDIA DEL ENSAYO	14966 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	15758 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0010

** Variedades transgénicas.*

Tabla 29.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
PR33Y72 (T) *	15234	103,0	a
MILOXAN	15125	102,2	a
PR33Y74 (T)	14837	100,3	a
KONTIGOS	14665	99,1	a
LG30.707 YG *	14567	98,5	a
LG30.600	14537	98,3	a
SY JULLEN	14534	98,3	a
PR32W86 (T)	14306	96,7	a
SY ZOAN	14122	95,5	a

MEDIA DEL ENSAYO	14659 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	14792 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,7901

** Variedades transgénicas.*

Tabla 30.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona Extremadura. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
LG30.600	15216	108,7	a
PR33Y74 (T)	14389	102,8	a
PR33Y72 (T) *	14128	100,9	a
SY JULLEN	14007	100,1	a
LG30.707 YG *	13837	98,9	a
SY ZOAN	13479	96,3	a
PR32W86 (T)	13470	96,2	a
MILOXAN	13244	94,6	a
KONTIGOS	12994	92,8	a

MEDIA DEL ENSAYO	13863 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	13996 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,1668

** Variedades transgénicas.*

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 5 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona geográfica.

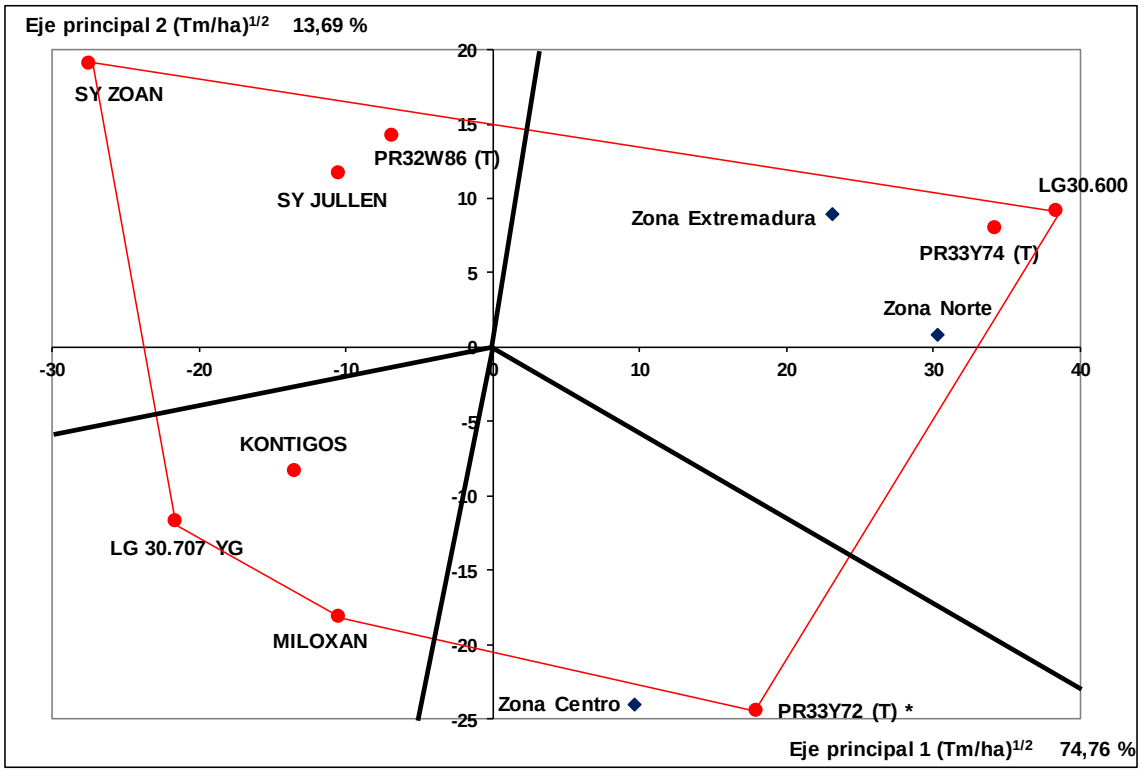

Figura 5.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015 y 2016, en función de la zona geográfica. ** Variedades transgénicas.*

Hay que recordar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas

3.2.3.2.- Comportamiento varietal en función de la zona productiva

Se han agrupado los ensayos en tres zonas en función de la producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Baja: incluye los ensayos con producciones medias inferiores a 14000 kg/ha. Representa una agrupación de ocho ensayos.

2.- Media: incluye los ensayos con producciones medias comprendidas entre 14000 y 15500 kg/ha. Representa una agrupación de ocho ensayos.

3.- Alta: incluye los ensayos con producciones medias superiores a 15500 kg/ha. Representa una agrupación de ocho ensayos.

En la Tabla 31 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona productiva, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Las variedades ensayadas han presentado diferencias significativas de rendimiento (p = 0,0012) y las zonas productivas han mostrado un distinto potencial productivo mostrando también diferencias significativas entre ellas (p = 0,0002). La interacción variedad por zona productiva no ha resultado significativa (p=0,4886), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en función de las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 31.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2015 y 2016, en función de la zona productiva.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha)^2 · 10^{-3}	Error estándar (kg/ha)^2 · 10^{-3}
E	**Zona Productiva**	2	F	78,15	0,0002		
	Localidad*Zona Productiva		A			0,000	-
	Año	1	F	1,73	0,2484		
	Zona Productiva*Año	2	F	1,04	0,4223		
	Localidad*Zona Productiva*Año		A			371,716	363,246
G	**Variedad**	8	F	6,04	0,0012		
G*E	**Zona Productiva*Variedad**	16	F	1,01	0,4886		
	Localidad*Variedad*Zona Productiva		A			0,000	-
	Variedad*Año	8	F	0,96	0,5013		
	Zona Productiva *Variedad*Año	16	F	0,52	0,8978		
	Localidad*Zona Productiva*Variedad*Año		A			885,781	404,212
	ERROR		A			937,404	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 32, 33 y 34 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas productivas (Alta, Media y Baja). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades en función del potencial productivo de los ensayos.

Tabla 32.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016 en la zona productiva Baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
LG30.600	13082	105,1	a
PR33Y72 (T) *	12682	101,9	a
PR33Y74 (T)	12553	100,9	a
MILOXAN	12479	100,3	a
SY JULLEN	12450	100,0	a
KONTIGOS	12332	99,1	a
PR32W86 (T)	12098	97,2	a
LG30.707 YG *	11944	96,0	a
SY ZOAN	11786	94,7	a

MEDIA DEL ENSAYO	12378 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	12444 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,5212

Tabla 33.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona productiva Media. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
PR33Y74 (T)	15797	102,1	a
PR33Y72 (T) *	15733	101,7	a
LG30.600	15431	99,7	a
PR32W86 (T)	14889	96,2	a
KONTIGOS	14800	95,7	a
LG30.707 YG *	14546	94,0	a
SY JULLEN	14422	93,2	a
MILOXAN	14091	91,1	a
SY ZOAN	13766	89,0	a

MEDIA DEL ENSAYO	14831 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	15473 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0192

Tabla 34.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015 y 2016, en la zona productiva Alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
LG30.600	18047	103,2	a
PR33Y74 (T)	18040	103,2	a
PR33Y72 (T) *	17808	101,9	a
LG30.707 YG *	17104	97,9	a
MILOXAN	17072	97,7	a
PR32W86 (T)	16590	94,9	a
SY JULLEN	16313	93,3	a
SY ZOAN	16293	93,2	a
KONTIGOS	15855	90,7	a

MEDIA DEL ENSAYO	17014 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	17479 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0108

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 6 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona productiva.

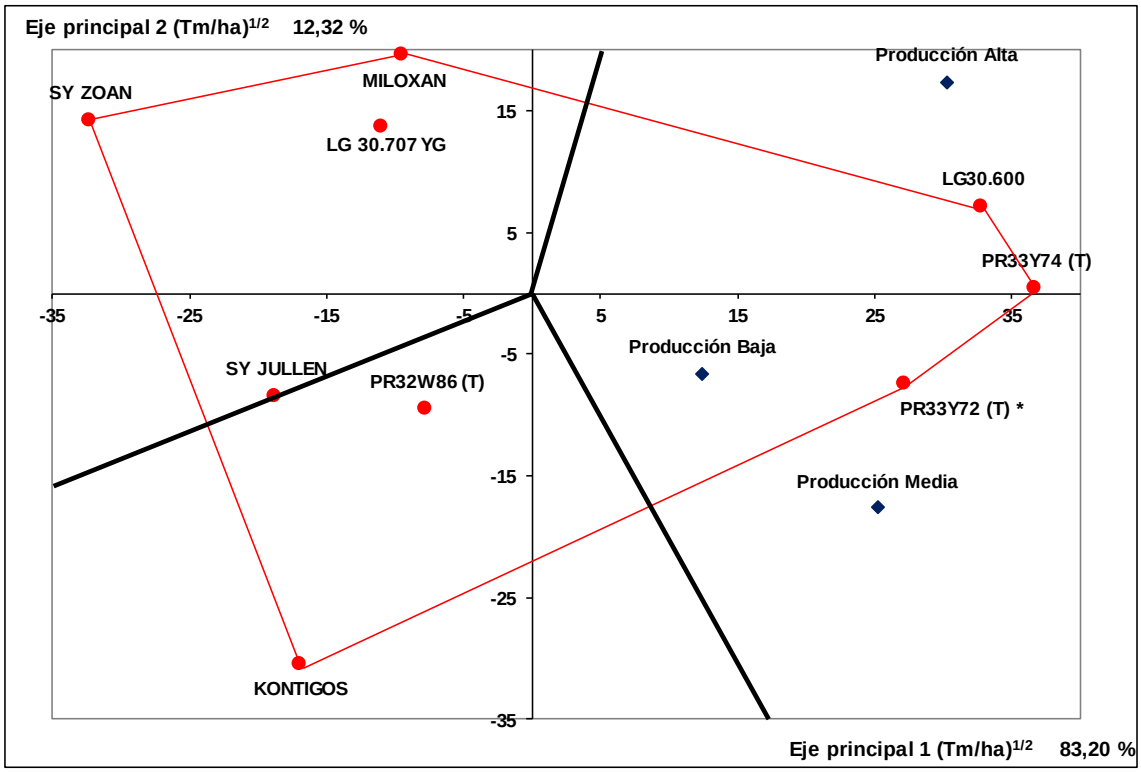

Figura 6.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015 y 2016, en función de la zona productiva.

Hay que recordar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas. Las variedades PR33Y74, LG30.600 y PR33Y72 son las que han mostrado un mejor comportamiento relativo en todas las zonas.

3.3- **Ciclo 400-500.**

3.3.1.- Variedades.

En la Tabla 35 se muestran las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas el año 2016.

Tabla 35.- Variedades de maíz de ciclo 400 y 500 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2016.

Variedades	Ciclo FAO	Año de ensayo	Registro	Empresa
DKC5542	500	Testigo	España (2008)	MONSANTO
LG 34.90	400	Testigo	Italia (2008)	LG
P1114	500	Testigo	Italia (2003)	PIONEER HI-BRED
AAPOTHEOZ	400	3º	Italia (2010)	ADVANTA
COURTNEY	400	3º	Italia (2013)	ADVANTA
ZOOM YG *	500	3º	España (2014)	EURALIS
KONFITES	400	3º	Italia (2013)	K.W.S
LG30.444	400	3º	Italia (2014)	LG
P0837	500	3º	Italia (2011)	PIONEER HI-BRED
PELOTA	500	3º	Italia (2013)	MAÏSADOUR
CADIXXIO	400	3º	Italia (2010)	RAGT
SY SENKO	400	3º	Francia (2014)	KOIPESOL SEMILLAS
SY SAVIO	400	3º	Francia (2014)	SYNGENTA
ES TORQUAZ	400	3º	Italia (2012)	LG
P0933	500	2º	Italia (2013)	PIONEER HI-BRED
RGT CORUXXO	500	1º	Francia (2015)	RAGT
MEXINI	500	1º	Italia (2014)	RAGT
MAS 54H	500	1º	España (2015)	MAÏSADOUR
KLIMT YG *	500	1º	Portugal (2011)	KWS
RGT LEXXTOUR	400	1º	Francia (2014)	RAGT
CAPUZI	500	1º	Italia (2015)	SEMILLAS CAUSSADE
P0933Y*	500	1º	Portugal (2016)	PIONEER HI-BRED

** Variedades transgénicas.*

3.3.2.- Resultados del año 2016

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2016. Se han incluido 13 ensayos, correspondientes a las localidades de Ejea, Teruel, Terrer y Zuera (Aragón); Ciudad Real, Las Tiesas y Malpica de Tajo (Castilla-La Mancha); Arabayona de Mógica, Fresno de Ribera, San Bernardo y San Juan de Torres (Castilla y León); Aranjuez (Madrid) y Tudela (Navarra).

Se han realizado dos análisis estadísticos diferenciados, por un lado, en la tabla 36 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 400 y 500 no transgénicas realizados la campaña 2016. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados y la interacción localidad por variedad ha sido significativa. La variedad P0837 ha sido la más productiva superando significativamente las producciones de RGT LEXXTOUR y AAPOTHEOZ.

Tabla 36.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2016, respecto a los testigos DKC5542, LG 34.90 y P1114. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α=0,05)	Número de ensayos
P0837	14652	103,8	a	13
P0933	14518	102,8	ab	13
LG30.444	14398	102,0	ab	13
P1114 (T)	14326	101,5	ab	13
LG 34.90 (T)	14310	101,3	ab	13
CAPUZI	14207	100,6	ab	13
PELOTA	14140	100,1	ab	13
MEXINI	14076	99,7	ab	13
RGT CORUXXO	13903	98,5	ab	9
CADIXXIO	13832	98,0	ab	13
DKC5542 (T)	13723	97,2	ab	11
SY SAVIO	13557	96,0	ab	9
ES TORQUAZ	13551	96,0	ab	13
COURTNEY	13546	95,9	ab	13
SY SENKO	13476	95,4	ab	12
KONFITES	13414	95,0	ab	12
AAPOTHEOZ	13080	92,6	b	13
RGT LEXXTOUR	13021	92,2	b	13

Media del ensayo (kg/ha)	13874 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	14120 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,0019
Coeficiente de variación	7,59 %
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001

Por otro lado, en la tabla 37 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 400 y 500 transgénicas y no transgénicas realizados la campaña 2016. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados y la interacción localidad por variedad ha sido significativa.

Tabla 37.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2016, respecto a los testigos DKC5542, LG 34.90 y P1114. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α=0,05)	Número de ensayos
LG30.444	15048	104,9	a	9
P0933	14710	102,5	a	9
P1114 (T)	14689	102,4	a	9
LG 34.90 (T)	14682	102,3	a	9
CAPUZI	14668	102,2	a	9
P0837	14568	101,5	a	9
ZOOM YG *	14556	101,4	a	9
MEXINI	14552	101,4	a	9
P0933Y *	14549	101,4	a	9
PELOTA	14335	99,9	a	9
ES TORQUAZ	14213	99,0	a	9
RGT CORUXXO	14079	98,1	a	7
COURTNEY	13936	97,1	a	9
SY SAVIO	13885	96,8	a	7
SY SENKO	13759	95,9	a	9
CADIXXIO	13746	95,8	a	9
AAPOTHEOZ	13710	95,5	a	9
KONFITES	13707	95,5	a	9
DKC5542 (T)	13680	95,3	a	9
RGT LEXXTOUR	13403	93,4	a	9
MAS 54H	13375	93,2	a	7
KLIMT YG *	13347	93,0	a	9

Media del ensayo (kg/ha)	14145 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	14350 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,0038
Coeficiente de variación	6,79 %
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001

** Variedades transgénicas.*

En las Tablas 38 y 39 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados el año 2016.

Tabla 38.- Densidad de plantas, floración femenina respecto al testigo DKC5542 y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m^2)		Fecha de floración femenina respecto a DKC5542 (días)	Humedad (%)	
AAPOTHEOZ	8,29	abcd	-2	19,8	fgh
CADIXXIO	8,72	a	-3	20,4	defg
CAPUZI	8,18	abcd	-2	21,4	abcd
COURTNEY	8,66	ab	-3	19,4	gh
DKC5542 (T)	8,63	abcd	0	20,6	cdef
ES TORQUAZ	8,56	abcd	-6	20,0	efgh
KLIMT YG *	8,55	abcd	0	22,4	a
KONFITES	8,52	abcd	-2	19,7	fgh
LG30.444	8,76	a	-2	19,2	h
LG 34.90 (T)	8,78	a	-2	19,4	fgh
MAS 54H	7,87	d	0	20,2	efgh
MEXINI	8,48	abcd	-3	20,0	efgh
P0837	8,36	abcd	-3	20,9	bcde
P0933	8,31	abcd	-2	21,5	abcd
P0933Y *	8,32	abcd	-1	22,0	ab
P1114 (T)	8,32	abcd	-2	21,7	abc
PELOTA	8,42	abcd	1	20,3	efgh
RGT CORUXXO	8,38	abcd	0	21,2	abcde
RGT LEXXTOUR	8,00	cd	-4	19,6	fgh
SY SAVIO	7,99	cd	-1	19,6	fgh
SY SENKO	8,07	bcd	-1	19,6	fgh
ZOOM YG *	8,63	abc	-4	20,8	bcde
Media del ensayo	8,40		25 de Julio[1]	20,4	
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001		-	< 0,0001	
Número de ensayos	13		10	14	

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry (α=0,05).
[1] Fecha de floración de la variedad testigo DKC5542.
** Variedades transgénicas.*

La densidad media de los ensayos realizados ha sido de 8,40 plantas/m^2. Las variedades LG 34.90, LG30.444 y CADIXXIO han mostrado las densidades más elevadas, mostrando diferencias significativas con MAS 54H y SY SAVIO, entre otras. Estas dos variedades han sido eliminadas de algunos ensayos precisamente por problemas de densidad.
La fecha de floración femenina media ha sido el 23 de Julio, dos días antes que la variedad de referencia DKC5542. La variedad PELOTA ha presentado la fecha de floración femenina más tardía (4 días más tarde que el testigo); mientras que ES TORQUAZ ha sido el híbrido con una floración más precoz (3 días antes que DKC5542).
Los híbridos KLIMT YG, P0933Y y P1114 han mostrado la mayor humedad en el momento de la cosecha, mostrando diferencias significativas con LG30.444, COURTNEY, LG 34.90, entre otras.

Tabla 39.- Altura de la planta y del nudo de inserción de la mazorca, plantas rotas y peso específico de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2016. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Altura de la Planta (cm)		Altura del nudo de inserción de la mazorca (cm)		Plantas rotas (%)	Peso específico (kg/hl)	
AAPOTHEOZ	280	abcde	110	a	0	70,6	abc
CADIXXIO	268	defg	110	a	1	72,0	abc
CAPUZI	266	efg	110	a	6	71,7	abc
COURTNEY	276	abcdef	112	a	1	72,6	abc
DKC5542 (T)	290	ab	123	a	1	71,6	abc
ES TORQUAZ	257	g	103	a	3	71,6	abc
KLIMT YG *	281	abcde	116	a	1	70,4	abc
KONFITES	269	defg	109	a	1	70,2	bc
LG30.444	283	abc	119	a	1	69,0	d
LG 34.90 (T)	282	abcd	114	a	8	69,2	bc
MAS 54H	291	a	122	a	2	69,3	bc
MEXINI	263	fg	107	a	2	72,7	ab
P0837	276	abcdef	109	a	1	72,5	abc
P0933	273	bcdef	110	a	1	72,6	abc
P0933Y *	275	abcdef	116	a	1	73,0	ab
P1114 (T)	273	bcdef	109	a	6	72,1	abc
PELOTA	285	ab	127	a	2	72,3	abc
RGT CORUXXO	271	cdefg	120	a	1	71,2	abc
RGT LEXXTOUR	265	fg	115	a	2	73,6	a
SY SAVIO	277	abcdef	116	a	1	69,9	bc
SY SENKO	284	abc	119	a	2	69,4	bc
ZOOM YG *	281	abcde	115	a	5	72,7	abc
Media del ensayo	276		114		2	71,4	
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001		< 0,0001		-	< 0,0001	
Número de ensayos	14		13		1	8	

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry (α=0,05).
** Variedades transgénicas.*

Los híbridos MAS 54H, DKC5542, PELOTA, SY SENKO y LG30.444 han sido los que han presentado una mayor altura de la planta, con diferencias significativas con ES TORQUAZ, MEXINI, RGT LEXXTOUR, entre otras. No se han observado diferencias significativas en la altura de inserción de la mazorca entre las variedades evaluadas.
Durante la campaña 2016 no se han observado problemas importantes de rotura de plantas por debajo de la mazorca en los ensayos que se han realizado en el marco de GENVCE.
Los híbridos RGT LEXXTOUR, P0933Y y MEXINI han presentado los mayores valores de peso específico entre todas las variedades ensayadas.

En la Figura 7 se observa la representación gráfica de la producción de las distintas variedades así como su humedad en el momento de la cosecha. Es interesante destacar el comportamiento del híbrido LG30.444 que ha sido la más productiva pero a la vez ha mostrado una humedad baja (inferior a la del testigo LG 34.90).

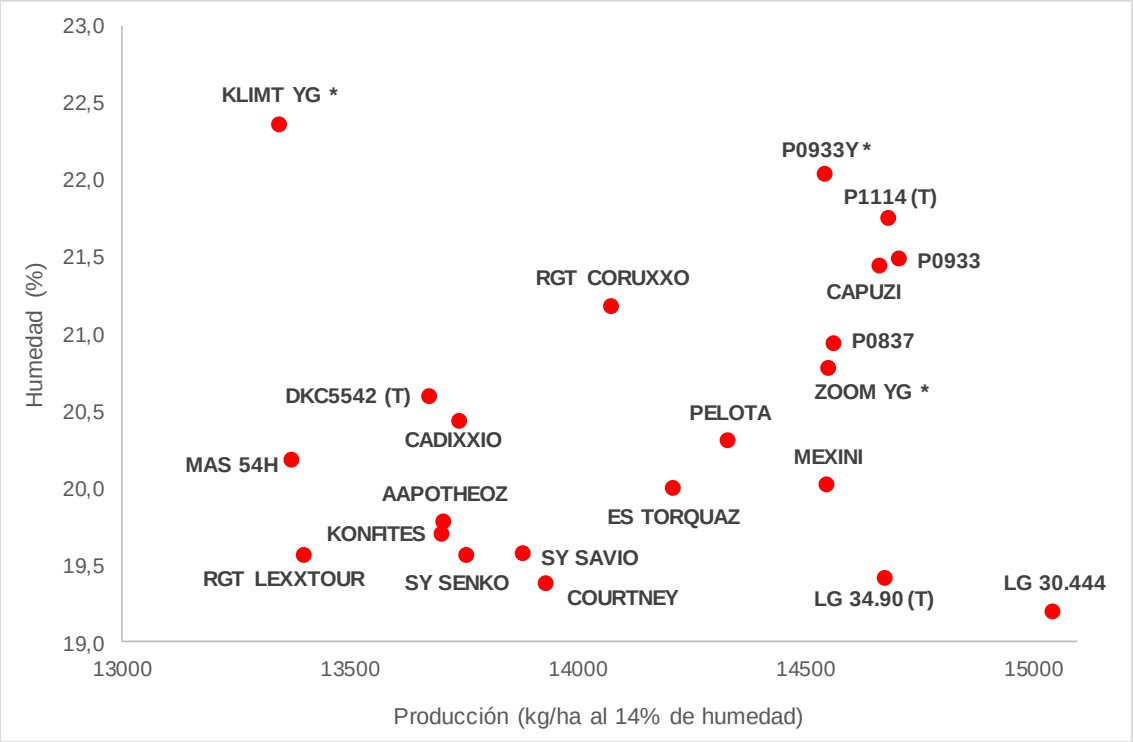

Figura 7.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas, en el marco del GENVCE durante el año 2016. ** Variedades transgénicas.*

3.3.3.- Resultados conjuntos de los años 2015 y 2016.

Para el análisis conjunto de los datos de los años 2015 y 2016 se han considerado las variedades AAPOTHEOZ, CADIXXIO, COURTNEY, ES TORQUAZ, KONFITES, LG30.444, P0837, P0933, PELOTA, SY SAVIO, SY SENKO y ZOOM YG, junto con los testigos DKC5542, LG 34.90 y P1114, las cuáles han estado presentes los dos años de ensayo. Entre los ensayos realizados las dos campañas se han considerado únicamente aquéllos que han presentado un coeficiente de variación inferior al 12 % y un mínimo del 75 % de las variedades citadas anteriormente. Se han considerado finalmente un total de 20 ensayos de los cuales 9 corresponden al año 2015 y 11 al año 2016.

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 40). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades (p = 0,0003) si bien éstas no han tenido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo (p = 0,7469).

Tabla 40.- Resultados del análisis de varianza de la producción, con los datos obtenidos en el marco del GENVCE durante los años 2015-2016.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha)^2 · 10^{-3}	Error estándar (kg/ha)^2 · 10^{-3}
E	**Año**	1	F	0,28	0,6048		
	Localidad		A			121,491	1782,334
	Localidad*Año		A			3310,982	2078,748
G	**Variedad**	14	F	4,59	0,0003		
G*E	**Variedad*Año**	14	F	0,71	0,7469		
	Variedad*Localidad		A			0,000	-
	Localidad*Variedad*Año		A			1003,598	336,964
	ERROR		A			990,272	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 41 se pueden observar las producciones medias de las variedades ensayadas las campañas 2015 y 2016. Se han observado diferencias significativas entre ellas. Los híbridos ZOOM YG, P0933, P1114, P0837 y LG 34.90 han superado significativamente las producciones de AAPOTHEOZ. Además, las dos primeras (ZOOM YG, P0933) han mostrando diferencias significativas con SY SENKO.

Tabla 41.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 500 ensayadas en el marco del GENVCE durante los años 2015-2016. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α = 0.05)	Número de ensayos
ZOOM YG *	14993	103,8	a	15
P0933	14854	102,9	a	20
P1114 (T)	14728	102,0	ab	20
P0837	14715	101,9	ab	20
LG 34.90 (T)	14609	101,2	ab	20
PELOTA	14277	98,9	abc	20
LG30.444	14259	98,8	abc	20
DKC5542 (T)	13981	96,8	abc	20
SY SAVIO	13956	96,7	abc	16
ES TORQUAZ	13860	96,0	abc	20
COURTNEY	13777	95,4	abc	20
KONFITES	13580	94,0	abc	18
CADIXXIO	13571	94,0	abc	20
SY SENKO	13470	93,3	bc	19
AAPOTHEOZ	13069	90,5	c	20

Media del ensayo	14113 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	14439 kg/ha al 14% de humedad
Coeficiente de variación	7,05 %

** Variedades transgénicas.*

En la Tabla 42 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de todas las variedades analizadas. Las variedades ZOOM YG, P0933, P1114, P0837, LG 34.90, PELOTA y LG30.444 se han situado mayoritariamente (60, 65, 60, 70, 50, 45 y 50 % de los ensayos) entre las variedades más productivas; por el contrario, AAPOTHEOZ, SY SENKO, CADIXXIO, KONFITES se han situado fundamentalmente en el tercil inferior (50, 47, 55 y 50 % de los ensayos). Destaca la elevada estabilidad de la variedad SY SAVIO que se ha situado mayoritariamente en el tercil medio.

Tabla 42.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015-2016.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica $(kg/ha)^2 x10^{-3}$
	Superior	Medio	Inferior	
ZOOM YG *	9	5	1	1018,034
P0933	13	6	1	868,762
P1114 (T)	12	7	1	507,472
P0837	14	2	4	1496,488
LG 34.90 (T)	10	8	2	964,300
PELOTA	9	4	7	1251,453
LG30.444	10	6	4	1193,948
DKC5542 (T)	6	4	10	1393,843
SY SAVIO	3	9	4	436,625
ES TORQUAZ	4	9	7	666,370
COURTNEY	3	9	8	1239,088
KONFITES		9	9	356,195
CADIXXIO	2	7	11	720,519
SY SENKO	2	8	9	926,275
AAPOTHEOZ	3	7	10	1373,077

GxE (Componente de la varianza)	968,177

** Variedades transgénicas.*

3.3.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona geográfica

Se han agrupado los ensayos en dos zonas geográficas, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Norte: incluye los ensayos de Aragón, Castilla y León y Navarra. Representa una agrupación de quince ensayos.

2.- Centro: incluye los ensayos de Castilla-La Mancha y Madrid. Representa una agrupación de cinco ensayos.

En la Tabla 43 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades (p=0,0007). Por el contrario, no se han observado diferencias significativas entre las zonas geográficas preestablecidas (p=0,8585) y la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa (p=0,9701), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 43.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2015-2016, en función de la zona geográfica.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha)^2 · 10^{-3}	Error estándar (kg/ha)^2 · 10^{-3}
E	**Zona Geográfica**	1	F	0,03	0,8585		
	Localidad*Zona Geográfica		A			130,162	1995,497
	Año	1	F	0,21	0,6565		
	Zona Geográfica*Año	1	F	0	0,9825		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			3713,791	2380,879
G	**Variedad**	14	F	3,17	0,0007		
G*E	**Zona Geográfica*Variedad**	14	F	0,4	0,9701		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			7,260	284,147
	Variedad*Año	14	F	0,49	0,9237		
	Zona Geográfica *Variedad*Año	14	F	0,44	0,9483		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			1052,275	395,476
	ERROR		A			990,272	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 44 y 45 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas geográficas (Norte y Centro). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 44.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015-2016, en la zona geográfica Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
P0837	15271	105,5	a
ZOOM YG *	15057	104,0	a
P0933	15024	103,7	a
P1114 (T)	15021	103,7	a
LG 34.90 (T)	14753	101,9	a
LG30.444	14464	99,9	a
SY SAVIO	14273	98,6	a
CADIXXIO	14099	97,4	a
KONFITES	14029	96,9	a
ES TORQUAZ	13924	96,2	a
PELOTA	13861	95,7	a
SY SENKO	13829	95,5	a
COURTNEY	13686	94,5	a
DKC5542 (T)	13670	94,4	a
AAPOTHEOZ	12970	89,6	a

MEDIA DEL ENSAYO	14262 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	14481 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,2237

** Variedades transgénicas.*

Tabla 45.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015-2016, en la zona geográfica del Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
ZOOM YG *	15041	104,3	a
P0933	14764	102,4	ab
P1114 (T)	14625	101,4	ab
LG 34.90 (T)	14570	101,0	ab
PELOTA	14436	100,1	ab
P0837	14427	100,0	ab
LG30.444	14162	98,2	ab
DKC5542 (T)	14065	97,5	ab
ES TORQUAZ	13862	96,1	ab
SY SAVIO	13844	96,0	ab
COURTNEY	13795	95,7	ab
KONFITES	13451	93,3	ab
CADIXXIO	13407	93,0	ab
SY SENKO	13347	92,6	ab
AAPOTHEOZ	13060	90,6	b

MEDIA DEL ENSAYO	14057 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	14420 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0004

** Variedades transgénicas.*

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 8 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona geográfica.

No hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas.

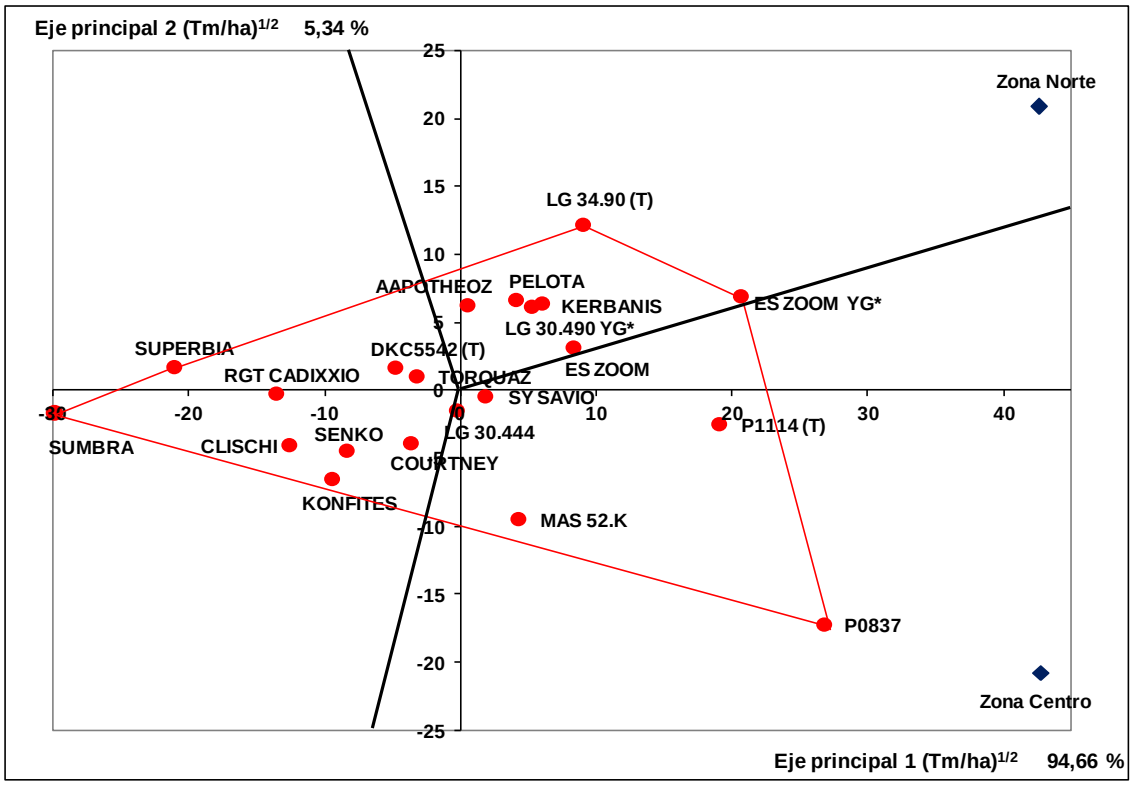

Figura 8.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015-2016, en función de la zona geográfica. * *Variedades transgénicas.*

3.3.3.2.- Comportamiento varietal en función de la zona productiva

Se han agrupado los ensayos en dos zonas en función de la producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Baja: incluye los ensayos cuya producción media es inferior a 14000 kg/ha. Representa una agrupación de nueve ensayos.

2.- Alta: incluye los ensayos cuya producción media es superior a 14000 kg/ha. Representa una agrupación de once ensayos.

En la Tabla 46 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona productiva, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. No se han detectado diferencias significativas de producción entre las zonas productivas establecidas (p=0,1120) ni entre variedades (p=0,3877). No se ha observado una interacción variedad por zona productiva significativa (p=0,7097), en consecuencia, el comportamiento de las variedades no ha diferido en función de la zona productiva.

Tabla 46.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2015-2016 en función de la zona productiva.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza $(kg/ha)^2 \cdot 10^{-3}$	Error estándar $(kg/ha)^2 \cdot 10^{-3}$
E	**Zona Productiva**	1	F	31,64	0,1120		
	Localidad*Zona Productiva		A			0	-
	Año	1	F	0	0,9877		
	Zona Productiva*Año	1	F	1,72	0,4147		
	Localidad*Zona Productiva*Año		A			1247,301	-
G	**Variedad**	14	F	3,72	0,3877		
G*E	**Zona Productiva*Variedad**	14	F	0,83	0,7097		
	Localidad*Variedad*Zona Productiva		A			0	-
	Variedad*Año	14	F	0,76	0,7281		
	Zona Productiva *Variedad*Año	14	F	0,21	0,9531		
	Localidad*Zona Productiva*Variedad*Año		A			1006,957	0
	ERROR		A			990,272	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 47 a 48 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas productivas. Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 47.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015-2016, en la zona productiva Alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
P0933	16546	104,1	a
P0837	16238	102,1	a
P1114 (T)	16173	101,7	a
ZOOM YG *	16169	101,7	a
LG 34.90 (T)	16115	101,4	a
PELOTA	15795	99,4	a
SY SAVIO	15683	98,6	a
DKC5542 (T)	15406	96,9	a
ES TORQUAZ	15201	95,6	a
LG30.444	15085	94,9	a
SY SENKO	15027	94,5	a
KONFITES	15023	94,5	a
COURTNEY	14983	94,2	a
CADIXXIO	14888	93,6	a
AAPOTHEOZ	14532	91,4	a

MEDIA DEL ENSAYO	15524 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	15898 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,4345

** Variedades transgénicas.*

Tabla 48.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2015-2016, en la zona productiva Baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
ZOOM YG *	13619	105,7	a
LG30.444	13348	103,6	a
P1114 (T)	13236	102,7	a
P0837	13106	101,7	a
LG 34.90 (T)	13002	100,9	a
P0933	12998	100,8	a
PELOTA	12566	97,5	a
ES TORQUAZ	12436	96,5	a
DKC5542 (T)	12431	96,4	a
COURTNEY	12425	96,4	a
AAPOTHEOZ	12361	95,9	a
KONFITES	12134	94,1	a
CADIXXIO	12129	94,1	a
SY SAVIO	12117	94,0	a
SY SENKO	11817	91,7	a

MEDIA DEL ENSAYO	12648 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	12890 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,5190

** Variedades transgénicas.*

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 9 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona productiva.

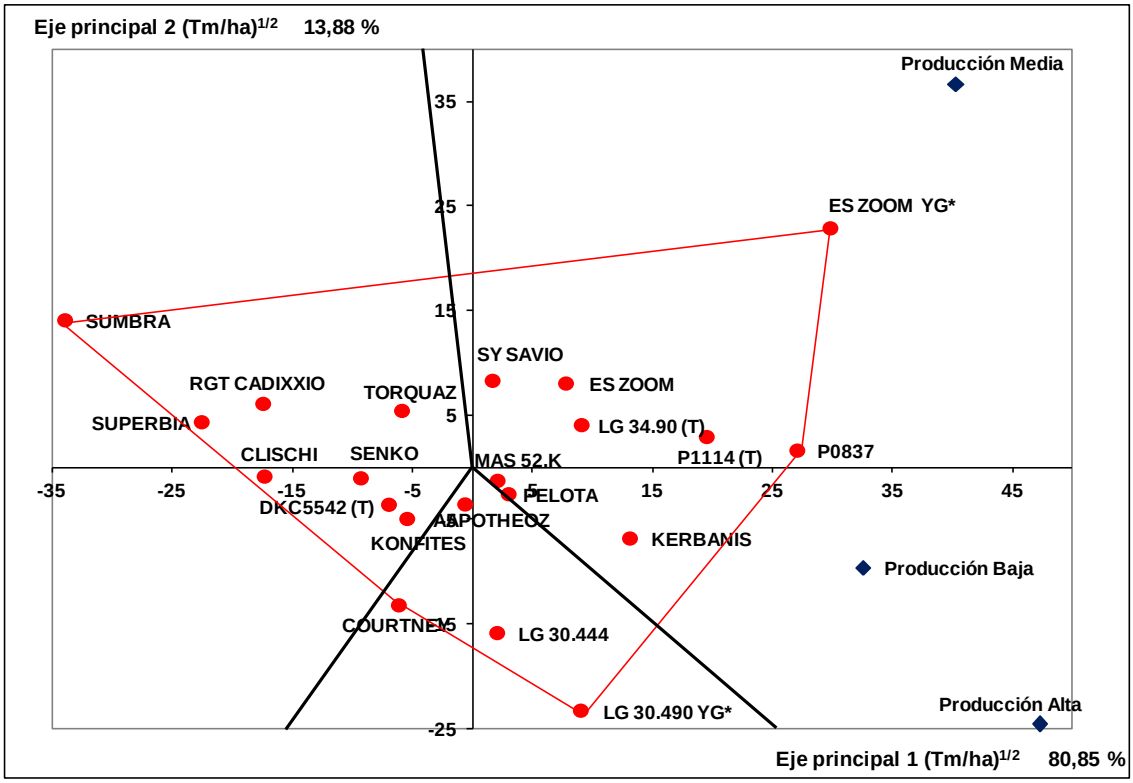

Figura 9.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2015-2016, en función de la zona productiva. ** Variedades transgénicas.*